

Eric Roose

Unité de recherche 041
 « Séquestration du carbone » (Seq-c)
 Réseau Érosion
 Centre IRD
 BP 64501
 34394 Montpellier
 France
 <Eric.Roose@mpl.ird.fr>

La gestion conservatoire de l'eau, et de la fertilité des sols : une stratégie nouvelle de la lutte antiérosive pour le développement durable

L'érosion est un problème vieux comme le monde : elle a sculpté nos paysages mais aussi construit les deltas fertiles. Cependant, depuis un siècle, avec le développement exponentiel de la population, les processus de dégradation des terres ont pris des dimensions inquiétantes pour la gestion durable du monde : plus de 16 % des terres cultivables ont été dégradées, essentiellement par l'érosion hydrique (55 %) et éolienne (28 %).

Dans les milieux tropicaux humides, la destruction des grands massifs forestiers entraîne une perte irrémédiable de la biodiversité, la modification du bilan hydrique régional et probablement le réchauffement mondial. Mais c'est dans les zones semi-arides que la surexploitation du couvert végétal entraîne les conséquences les plus néfastes sur le plan de la dégradation de la productivité des terres, de l'aridification du pédo-climat, de



Figure 1. Le problème de l'érosion accélérée.

Au Maghreb, la forêt méditerranéenne (voir reliques), surexploitée et surpâturée, a finalement été défrichée et cultivée sans aménagement depuis deux générations. L'érosion (en nappe et aratoire) a décapé l'horizon humifère, le ruissellement a créé du ravinement et des mouvements de masse à partir des pentes convexes. Sans intervention, la terre sera détruite en un siècle. Tous les acteurs du drame sont encore présents qui montrent la complexité du développement rural durable.

l'envasement accéléré des barrages et de la disponibilité en eaux de qualité : dans vingt ans, la plupart des pays sahéliens et méditerranéens vont cruellement manquer d'eau, alors que ces populations connaissent une croissance sans précédent.

C'est pourquoi en 2001, *Sécheresse* a décidé de consacrer un numéro au thème de l'érosion en milieu semi-aride et de favoriser les études sur l'évolution positive récente des stratégies de lutte antiérosive et de réhabilitation de la capacité de production des sols dégradés : la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES).

Ce dossier est structuré en quatre parties : une introduction générale sur l'évolution des stratégies de lutte antiérosive, cinq dossiers abordant les problèmes de la zone soudano-sahélienne africaine, six documents sur les zones de montagne méditerranéennes et enfin, en conclusion, un document sur l'état actuel des recherches sur l'érosion.

Historique de la lutte antiérosive

Face aux problèmes d'érosion, les communautés rurales ont développé une série de stratégies traditionnelles de gestion de l'eau et de la fertilité des sols bien adaptées à leurs conditions socio-économiques. Comme celles-ci ont beaucoup évolué, ces approches ont souvent été abandonnées, car trop peu valorisantes du travail qu'elles exigent. Depuis l'ère industrielle, à l'occasion des crises économiques et environnementales, ont été développées des stratégies modernes d'équipement du milieu rural en petite hydraulique : la restauration des terrains de montagne (RTM) dans les Alpes en 1850, la conservation des eaux et des sols (CES) en 1930 aux États-Unis, et la défense et restauration des sols (DRS) depuis 1940 autour du bassin méditerranéen. Mais depuis l'atelier de Porto Rico (1987), les causes de l'échec de cette approche ont été étudiées et la GCES, une nouvelle démarche, plus positive, qui tente de mieux tenir compte des contraintes paysannes et cherche à valoriser le travail tout en réduisant les risques d'érosion, a été proposée. Au lieu des terrasses mécaniques qui n'ont pas résolu les problèmes de dégradation des sols cultivés, sont testées chez les paysans, diverses techniques biologiques qui améliorent l'infiltration, couvrent mieux le sol et surtout améliorent la productivité du sol et du travail.

La zone soudano-sahélienne

• *Érosion éolienne et pratiques culturelles dans le Sahel nigérien.* L'érosion éolienne

constitue, pour les cultures, une menace importante en début de saison des pluies sur les sols sableux. Mais l'essentiel des sédiments se dépose à l'intérieur du terroir, mis à part les particules les plus légères et les plus fertiles. Les paysans ont développé une série de techniques visant à couvrir le sol (gestion des adventices et des résidus de culture, défrichage sélectif et sans brûlis des jachères, bordures des champs en végétation pérenne) et à piéger les sédiments en augmentant la rugosité du milieu (lignes d'herbes ou d'arbres, cultures intercalaires, zaï). La pression foncière est telle, qu'à l'avenir, seules les techniques antiérosives qui renforcent la fertilité du sol ou la production de sous-produits intéressants seront retenues.

• *Érosion et CES en montagne sahélienne éthiopienne.* Les divers processus d'érosion à l'œuvre dans ces montagnes ont été évalués (67 % par érosion en nappe, 33 % par ravinement), processus induits par les activités humaines telles que la déforestation, le surpâturage, la mise en culture et surtout les pistes. Actuellement, le taux d'érosion semble diminuer du fait des techniques antiérosives récemment mises en œuvre sur les versants (murets de pierres, rideaux d'arbres et mise en défens) et dans les ravines (seuils en pierres sèches et végétalisation).

• *Rôle des nutriments dans le succès des techniques de CES au Burkina.* Les techniques de CES (zaï et demi-lune, cordons de pierres, lignes d'herbes) réduisent le ruissellement et l'érosion, mais augmentent très peu les rendements des cultures : il faut les combiner avec la fertilisation organique et minérale pour profiter des eaux infiltrées. La fumure organique (fumier, compost ou paillage) s'est avérée plus efficace qu'un apport minéral ordinaire qui acidifie le sol, l'idéal étant de combiner la fumure organique (peu disponible) et la fumure minérale.

• *Effets du fumier et du Polyter sur l'érosion et la production d'un sol encroûté du Niger.* Pour améliorer les conditions physiques d'un sol battant à l'intérieur de dispositifs de CES, ont été comparés l'apport de poudrette (1,25 t/ha) et celui de trois doses d'acrylate de Na, produit hydrodétenteur en même temps que fertilisant (NPK et oligo-éléments). Ces traitements, à faibles doses, ont eu un impact sur le ruissellement et l'érosion, mais cet impact reste insuffisant. Le fumier a amélioré très significativement les rendements en grain et paille, de même que le Polyter, mais les gains modestes dus au Polyter ne justifient pas l'utilisation de ce produit importé comme substitut au fumier local.

• *Comparaison de tests de stabilité des agrégats et des mottes aux risques de ruissellement et d'érosion mesurés sur parcelles au Sud-Mali.* Les sols ferrugineux tropicaux sont particulièrement peu stables et donnent lieu à fort ruissellement et érosion. En revanche, les Vertisols calciques, plus argileux et mieux structurés, sont plus résistants à l'érosion en nappe mais non au ravinement. Le mode d'utilisation de ces sols a aussi une forte influence sur l'érosion : jachères et semis direct sous litière protègent mieux les terres de l'érosion que le labour. Deux tests de laboratoire combinés ont bien reflété ces différences.

Les zones de montagne méditerranéennes

• *Évolution de la dynamique de l'eau et de la gestion des terres au Maroc.* La surexploitation des forêts, le surpâturage et finalement la mise en culture de terres fragiles entraînent l'augmentation du ruissellement et une diminution des eaux utiles et fragilisent donc la résistance du milieu aux périodes déficitaires. En choisissant des cultures à cycles courts et l'élevage extensif, les paysans tentent de s'adapter aux changements climatiques, mais il vaudrait mieux tirer profit des précipitations en couvrant mieux les terres et en développant des techniques culturales capables de maintenir la porosité des horizons de surface.

• *Petits barrages et lacs collinaires, aménagements originaux de CES en Afrique du Nord.* La gestion du ruissellement a longtemps été orientée vers la construction de grands barrages. Cependant, le nombre de sites n'est pas infini et les petits barrages permettent de redistribuer les eaux plus près des paysans, de développer des centres de développement rural et de mieux gérer les risques environnementaux à leur source. Mais les petits barrages ont une durée de vie très limitée si on n'a pas prévu l'aménagement préalable de l'ensemble du bassin-versant. Il faut donc aboutir à une stratégie d'aménagement durable du terroir rural pour optimiser la disponibilité en eau de bonne qualité tout en réduisant la production de sédiments : on en revient à une lutte biologique appuyant des techniques mécaniques.

• *Bilan d'enquête sur la DRS en Algérie.* Après 40 années d'efforts considérables pour juguler l'érosion, l'Algérie dispose d'un terrain expérimental immense pour évaluer l'efficacité technique, sociale et environnementale d'une stratégie de DRS en montagne méditerranéenne semi-aride.

L'enquête menée par une douzaine de chercheurs et les services des Forêts d'une trentaine de départements du nord de l'Algérie aboutit à une conclusion grave : sur 385 000 hectares aménagés, 80 % sont constitués de divers types de banquettes, dont 20 % ont été volontairement détruites par les labours, 30 % ont favorisé le ravinement et les glissements de terrain, 30 % sont en mauvais état et n'ont jamais été entretenues, et seulement 20 % sont en bon état de marche, mais on peut se demander s'ils ont jamais connu de sérieux problèmes d'érosion. La majorité des paysans rejettent cette approche technocratique qui soustrait 5 à 15 % des terres cultivables sans améliorer les rendements. Devant un tel gaspillage, on comprend l'urgence des recherches sur les stratégies plus proches des besoins des paysans comme la GCES qui réduit les risques de ruissellement et d'érosion tout en améliorant sérieusement les revenus de la terre et du travail.

• *Influence de l'utilisation des terres sur les risques d'érosion sur les versants semi-arides du nord-ouest de l'Algérie.* Une autre équipe de recherche a montré que l'érosion en nappe sur versants cultivés ou bien couverts reste modeste si on maintient une bonne porosité de la surface du sol soit par des techniques culturales appropriées soit par la jachère améliorée. En revanche, lors des averses particulièrement agressives tombant sur sol nu, encroûté, surpâturé ou déjà saturé, le ruissellement abondant creuse des ravines sur les fortes pentes, provoque des inondations, glissements de terrains et dégradations des berges et l'envasement rapide des lacs de retenue. La lutte antiérosive doit donc comporter un volet amélioration des systèmes de production par les paysans et un volet plus technique de restauration des ravines, aménagement des oueds et des pistes, et reforestation des terrains trop superficiels ou pentus pour protéger les aménagements et les agglomérations urbaines à l'aval.

• *Indicateurs de risques d'érosion sur les principaux sols d'un terroir du Rif occidental, Maroc.* Les mesures localisées de l'érosion posent toujours des problèmes de variabilité spatiale lorsqu'on veut appliquer les évaluations à l'échelle du terroir ou du bassin-versant. Cette recherche a tenté de combiner une enquête rapide en milieu villageois, à des simulations de pluies et études de laboratoire pour comparer le diagnostic du terroir par les villageois à celui des scientifiques. Partant des connaissances traditionnelles des sols et de leur utilisation, on a comparé les indicateurs d'infiltration, les états de la surface des sols et les tests de stabilité des macro-agrégats sur cinq sols et quatre couverts végétaux. On a montré que le ruissellement et les pertes en terre sont liés à ces indicateurs. À l'aide d'un système d'information géographique (SIG), il est donc possible d'établir une carte des risques et d'indiquer les meilleures utilisations des terres pour stabiliser le terroir tout en intégrant les connaissances paysannes.

• *Effets des techniques culturales sur les risques de ruissellement et d'érosion en nappe sous vigne en Ardèche (France).* La vigne couvre mal le sol : c'est un système méditerranéen très intéressant pour tester l'impact des techniques culturales. Sur un vignoble de 12 % de pente, 36 pluies simulées ont été réalisées pour sélectionner les techniques les plus réductrices du risque de ruissellement. Le paillage et le sarclo-empierrement sont les techniques les plus favorables, tandis que le désherbage chimique total et le sarclo-dépierrage sont les pires : le sarclage conventionnel et l'enherbement ont donné des réponses intermédiaires. Après analyse des paramètres explicatifs, on montre que l'érosion est réduite par la couverture de la surface du sol (pailles, résidus, cailloux posés et adventices rampantes), et le ruissellement par la porosité et la stabilité des macro-agrégats de l'horizon superficiel. Les cailloux posés à la surface d'un sol poreux protègent les agrégats, maintiennent une

bonne infiltration et réduisent l'érosion tandis que des cailloux enfouis ou piégés dans les croûtes réduisent l'infiltration. Ces tests rapides permettent d'orienter les recherches mais doivent être confirmés par des études plus durables en parcelles de plus de 20 m de long et par des enquêtes pour vérifier l'acceptabilité par les viticulteurs des techniques conservatoires les plus efficaces.

La recherche en Afrique

Les problèmes d'érosion autour du bassin méditerranéen et du Sahara sont connus depuis des siècles, mais les recherches ont démarré depuis moins de 50 ans. Or l'Afrique a vu sa population multipliée par cinq en un siècle, d'où une accélération brutale des dégâts d'érosion et l'importance des recherches sur la mise au point de techniques efficaces de lutte et de restauration de la productivité des sols. L'application de l'équation USLE (*Universal Soil Loss Equation*) a permis de constater l'agressivité, la bonne résistance des sols à la battance des pluies et l'efficacité du couvert végétal au ras du sol. En revanche, le facteur topographique est plus complexe que prévu et les techniques antiérosives (labour et billons en courbes de niveau) ne sont efficaces que sur des pentes faibles (< 10 %). La lutte antiérosive (LAE), dès lors, peut évoluer des grands travaux de terrassement vers des approches participatives fondées sur l'adaptation du système de production, la mise au point de techniques biologiques combinées avec des compléments de nutriments pour mieux valoriser la terre et le travail en milieu rural. À l'avenir, les recherches devraient s'orienter vers l'érosion aratoire, le ravinement, l'aménagement des pistes, des ravins et des oueds qui concentrent les eaux de surface. Un des principes de la GCES consiste à transformer les dangers des eaux de ruissellement en chances pour irriguer localement des cultures rentables : cette approche interpelle les paysans car elle leur restitue leur liberté d'innover. □

L'échec de la défense et restauration des sols (DRS)
(photo E. Roose).



Certaines terres rouges (fersiallitiques et couches Permo-Trias) sont particulièrement fragiles. Ce versant du Rif (Beni Bouffrah) a fait l'objet d'un aménagement de DRS (reforestation en pins sur banquettes) dont il ne reste que quelques traces. Les paysans ont repris les terres cultivables, formé des talus et aménagé les ravines (seuils valorisés par des Eucalyptus). Cette exploitation extensive aboutira à l'abandon de ces terres ruinées.

Préalables à la GCES (photo E. Roose).



Le dialogue entre chercheurs et paysans doit aboutir au diagnostic : dans le Rif semi-aride, le ravinement domine largement l'évolution du paysage. Il faut donc trouver ensemble tous les moyens pour retenir l'eau sur les champs ou en aval pour l'irrigation d'un jardin.

Gestion du ruissellement dans le Rif (photo E. Roose).



Les chemins parcourus par le bétail entre le village et le parcours (draille) sont souvent creux, pavés et servent de drain aux eaux de ruissellement provenant des parcours souvent très dégradés. Ce ruissellement chargé de matières nutritives est recyclé et orienté vers des champs cultivés ou des ravines aménagées.

Aménagement combiné des colluvions (photo E. Roose).



Terrasses en gradins, murettes en pierres sèches, capture des sources et irrigation par seguia, fumure sur céréales et légumes, travail du sol à l'araire, plantations fruitières des terres caillouteuses ou trop raides. Plus haut, terrasses progressives avec cordons de pierres et cultures extensives (céréales) ou arbustives (noyers).